ПРОИГРЫВАТЕЛИ КОМПАКТ-ДИСКОВ БЫТОВОЙ АУДИОАППАРАТУРЫ (ЧАСТЬ 1)

Геннадий Куликов, Алексей Парамонов

Продолжаем серию публикаций, в которых излагаются принципы построения, регулировки и ремонта бытовой аудиоаппаратуры от ведущих мировых производителей. В статье рассматривается наиболее сложный узел такой аппаратуры – проигрыватель компакт-дисков.

1. СХЕМОТЕХНИКА ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

По схемотехническим решениям проигрыватели компакт-дисков можно считать наиболее сложной частью любой бытовой аудиосистемы: в них используются методы оптической, цифровой и аналоговой обработки сигналов. Многие элементы цифровых алгоритмов выполняются программно, и поэтому неотъемлемой частью таких систем являются специализированные цифровые процессоры. Так, часто на плате имеются лишь микросхемы процессора сервосигналов, цифрового сигнального процессора и микросхемы усилителей для схем приводов электродвигателей и катушек фокусировки и трекинга.

Процессоры сервосигналов

Процессор сигналов адаптера (или сервопроцессор) обычно выполняется в виде аналоговой микросхемы, представляющей собой набор дифференциальных усилителей с возможностями внешних регулировок. В состав этого процессора также входят элементы схемы включения и контроля мощности излучения лазерного диода. В качестве примера можно привести микросхемы AN8373, AN8802, AN8835 (Matsushita), CX20109, CXA1081 (Sony), HA12158 (Hitachi), LA9200, LA9241 (Sanyo), KA9220 (Samsung), TA2065, TA8191 (Toshiba), TDA8808 (Pro Electron), UPC2572GS (NEC).

Структурная схема и схема включения микросхемы UPC2572GS представлена на рис. 1. Кроме нескольких дифференциальных усилителей, она содержит корректор амплитудно-частотной характеристики и схемы автоматической регулировки усиления (АРУ) ВЧ-тракта, преобразователь считанного EFM-сигнала в импульсную форму, детектор огибающей (ДО), детектор выпадений (ДВ), зеркальный детектор (ЗД), трехпериодный детектор (3Т Дет), а также схемы электронной регулировки (РС) параметров сигналов фокусировки и радиального трекинга.

Лазерный диод оптического адаптера включается при поступлении на вывод 18 разрешающего сигнала LDON. Мощность его излучения регулируется автоматически схемой АРМ. Для этого на вывод 16 подается сигнал PD с фотодиода схемы контроля. Выходной сигнал LD схемы АРМ снимается с вывода 17 и управляет током возбуждения лазерного диода (чаще всего через регулирующий транзистор).

Высокочастотные сигналы A, B, C, D с фотодиодной матрицы поступают на выводы 10, 12, 11 и 13, а сигналы F и E – на выводы 14, 15. При суммировании первой группы на выводе 5 формируется сигнал RFOUT = A + B + C + D, несущий аудиоинформацию. АЧХ суммирующего усилителя определяется элементами R1...R4, C1, C4, подключенными к выводам 5, 6 микросхемы. С вывода 5 сигнал RFOUT через конденсатор C5 поступает на вывод 4. Далее, после прохождения цепи автоматической регулировки усиления, он подается с вывода 2 через конденсатор C2 на вывод 1 (EFMIN). Параметры схемы АРУ определяются емкостью конденсатора C3.

Следующий каскад обработки – компаратор с порогом, величина которого задается напряжением ASY. Элементы R5, R6, C8, C9 корректируют АЧХ компаратора. В результате на выводе 35 формируется сигнал EFMI. Далее этот сигнал подается на вход цифрового процессора сигналов.

Детектор выпадений, детектор огибающей, трехпериодный и зеркальный детекторы предназначены для слежения за качеством считываемого сигнала. Их выходные сигналы HOLD, RFOK, 3TOUT и MIRR формируются на выводах 33, 32, 30, 31, соответственно.

С помощью регулируемых сумматоров (РС) и дифференциальных усилителей формируются напряжения ошибки фокусировки FE (вывод 28) и радиального трекинга TE (вывод 24). Частотные параметры первой цепи задаются элементами R7, C12, а второй цепи – элементами R9, R10, C13, C15. Для балансировки обеих петель регулирующие сигналы FBAL и TBAL подаются на выводы 38 и 37, соответственно. Кроме того, смещение усилителя схемы трекинга определяет напряжение TOFST. С вывода 23 снимается сигнал TEC. Он формируется компаратором схемы трекинга.

На рис. 2а, 2б в качестве примера представлены схемы подключения дифференциальных усилителей, входящих в состав микросхемы KA9220, для получения суммарного информационного сигнала RFO = A + B + C + D и сигнала ошибки фокусировки FE. Напряжения детекторов A, C и B, D (рис. 2а) попарно суммируются обычно монтажным соединением проводов с использованием входного сопротивления микросхемы. После усиления сигналов этих пар они еще раз суммируются на элементе V3. При этом оба напряжения подаются на один и тот же инвертирующий вход этого дифференциального усилителя. Внешний резистор R5 определяет его коэффициент усиления. На рис. 2б при вычитании сигналов A + C и B + D они подаются на разные входы дифференциального усилителя A1. С помощью переменного резистора R1 возможна установка некоторого постоянного смещения в петле фокусировки. Аналогично рис. 2б строится обычно и схема формирования ошибки радиального трекинга TE из сигналов детекторов E и F.

Бывает, что тракты обработки суммарного ВЧ-сигнала (EFM) и сигналов ошибок выполняют на разных микросхемах. Так в проигрывателях фирмы Philips в качестве усилителя-формирователя EFM-сигнала часто используется ИС PC74HCU04T, представляющая собой набор функциональных усилителей, к которым подключаются RC-цепочки необходимых обратных связей. В некоторых ее моделях, например, FW730C, встречается и транзисторная реализация этого узла. В этом слу-

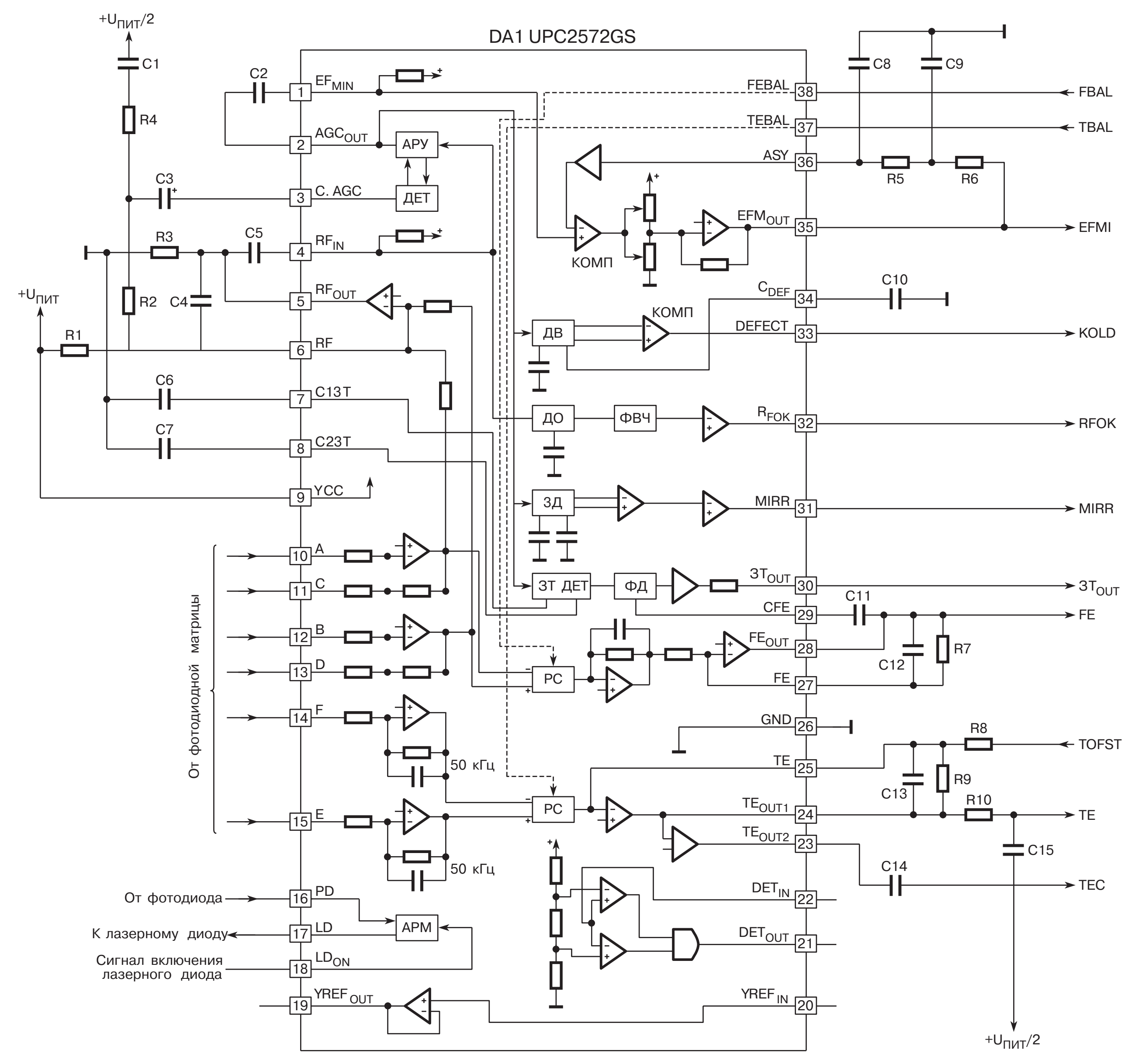


Рис. 1. Включение микросхемы UPC2572GS

чае обработка сигналов фотодиодной матрицы для получения сигналов ошибок слежения производится не аналоговым, а цифровым способом, для чего эти сигналы предварительно преобразуются в АЦП. Такими возможностями обладают, например, микросхемы SAA7378GP и TDA1301T7N1 (Philips).

В некоторых моделях (например, Sony HCD-H61) фотодиодная матрица совмещена с микросхемой предварительной обработки сигналов, которая устанавливается непосредственно в оптическом адаптере.

При наличии в составе сервопроцессора узлов электронной регулировки параметров трактов (AN8802, UPC2572GS) возможна организация автоматического слежения за балансировкой каналов фокусировки и радиального трекинга. Для этого специальными схемами оцениваются уровни постоянных составляющих сигналов ошибок и в соответствии с ними изменяются управляющие напряжения балансировок. В этом случае в схемах проигрывателей компакт-дисков отсутствуют регулировочные переменные резисторы.

Цифровые процессоры сигналов

Цифровые процессоры сигналов (ЦПС) являются наиболее сложными и важными элементами схем проигрывателей компакт-дисков. Современные ЦПС содержат узлы от схемы разделения данных (выделения синхроимпульсов) до выходного цифро-аналогового преобразователя включительно (см. рис. 2), а в состав некоторых входят также и узлы обработки сервосигналов (SAA7378GP, YM7121B).

Цифровые процессоры сигналов функционируют в соответствии с программой, заложенной в них разработчиками, и нарушение этой работы невозможно исправить никакими монтажными способами. В случае выхода из строя такой микросхемы она подлежит замене на точно такую же, с тем же буквенно-цифровым индексом.

Структурная схема и схема включения ИС MN66271RA приведена на рис. 3. Высокочастотный EFM-сигнал подается на вывод 44 микросхемы и после усилителя-расширителя динамического диапазона с

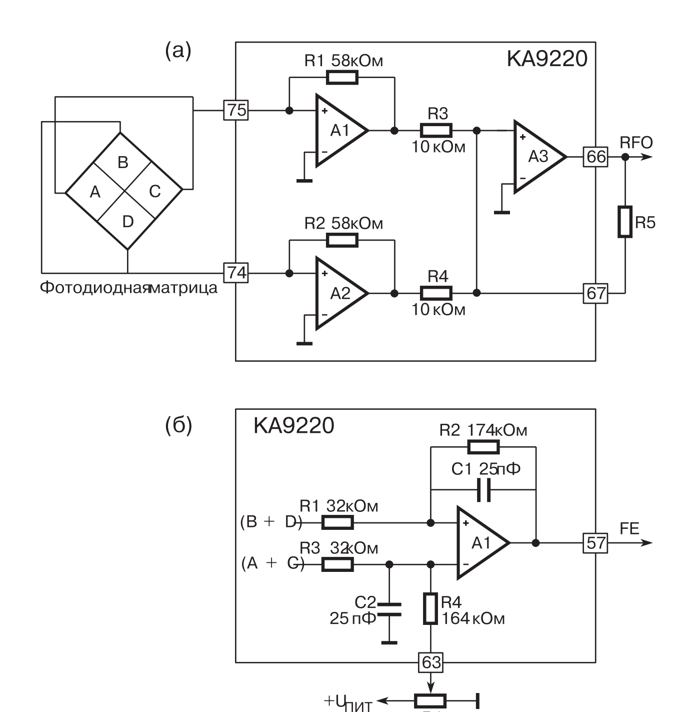


Рис. 2. Включение дифференциальных усилителей микросхемы KA9220

цепями коррекции R1, R2, C1 проходит на схему автоматической подстройки частоты (АПЧ), выделяющую последовательность синхроимпульсов. Схема АПЧ состоит из двух петель: грубой (на основе ЧАПЧ) и точной подстройки (на основе ФАПЧ). Элементы R3, C2 определяют частотные свойства системы АПЧ. Затем с помощью схемы авторегулирования постоянной линейной скорости контролируется скорость поступления данных, а, следовательно, и скорость вращения компакт–диска. В результате на выводах 23...25 формируются сигналы управления соответствующим электродвигателем.

Параллельно последовательность EFM данных подается на демодулятор, после которого сигналы, несущие субкод и аудиоинформацию, разделяются. На выводах 13 и 15 формируются синхроимпульсы и импульсы данных субкода, а сигналы с аудиоинформацией проходят алгоритмы обработки: деперемежение, декодирование, цифровую фильтрацию, аналого–цифровое преобразование, низкочастотную фильтрацию. В результате на вводах 73 и 75 можно наблюдать аудиосигналы левого и правого каналов. В качестве цифрового аудиовыхода можно использовать вывод 6. Кварцевый резонатор X1 встроенного синхрогенератора с конденсаторами C3, C4 подключается к выводам 58, 59. Для связи с внешними устройствами управления используется специальный цифровой интерфейс (выводы 7...9, 16, 17).

Отличительной особенностью трактов обработки фирмы Matsushita является использование MASH–схемы, поэтому в структуре описываемой микросхемы нет явно выраженного блока АЦП. При однобитном преобразовании его функцию выполняют логические схемы и широтно–импульсные модуляторы (ШИМ).

Не все цифровые процессоры сигналов содержат в своем составе выходной цифро–аналоговый преобразователь. В этом случае он устанавливается на плате в виде отдельной микросхемы, а связь ЦАП с цифровым процессором осуществляется по специальной шине данных. Особенно часто это встречается в ранних моделях проигрывателей компакт–дисков. К числу таких микросхем ЦАП можно отнести ИС CX20017, CX20133, CXD1161 (Sony), LC7881 (Sanyo), PCM67U, TDA1311, TDA1543 (Philips), UPD6372, mPD6376 (NEC). Главное отличие между ними заключается в способах организации двухканального выхода: возможно использование на выходе двух отдельных цифро–аналоговых преобразователей для левого и правого каналов, а возможно и использование одного коммутируемого ЦАП, так как информация стереоканалов разделена во времени.

В качестве примера АЦП на рис. 4 приведена структурная схема микросхемы mPD6376. Она содержит генератор управляющих импульсов, сдвиговый регистр–защелку для хранения цифровых кодов отсчетов аудиосигналов и выходные цифро–аналоговые преобразователи. Для упрощения выходных ЦАП за счет снижения разрядности они дополнительно разбиты на два подканала (по восемь разрядов). После преобразования информация объединяется с помощью дифференциальных усилителей. Последовательный поток информационных данных с выхода цифрового сигнального процессора поступает на вывод 15, а на вывод 16 подаются соответствующие синхроимпульсы. Выходные аналоговые сигналы снимаются с выводов 11 (левый канал) и 8 (правый канал). Напряжение питания подводится отдельно для аналоговой (выводы 7 и 8) и цифровой частей микросхемы (вывод 4). Также разделены и выводы общих проводов: для аналоговой части – 5 и 12, для цифровой части – 2.

Иногда, но более редко, в виде отдельных микросхем выполняются и цифровые фильтры. К их числу относятся ИС CXD1162 (Sony), M50423 (Matsushita), SM5807 (NSC), MSM6538 (OKI) и другие.

Фильтры нижних частот

Фильтры нижних частот, устанавливаемые после цифро–аналоговых преобразователей, обычно выполняются в аналоговом виде на RC–звеньях. В самом простом случае это звено первого порядка. Часто можно встретить активные фильтры нижних частот, выполненные на операционных усилителях (ОУ). Их достоинство заключается в том, что наряду с фильтрацией осуществляется и усиление сигналов. Частотные же параметры таких ФНЧ по–прежнему определяются количеством RC–звеньев в цепях обратной связи усилителей. В качестве активных элементов могут использоваться любые ОУ, например, BA15218 (Rohm), M5218 (Matsushita), NJM4558, NJM4580, R4558 (Raytheon, Rockwell), VC4580 (VLSI Techn.), XRA15218 (Exar Int. Sys.).

Если цифро–аналоговый преобразователь имеет симметричный выход, то ФНЧ на ОУ строится по схеме, изображенной на рис. 5 (показан только один канал). В цепи отрицательной обратной связи операционного усилителя микросхемы DA1 включена цепочка C3, R6. Она определяет АЧХ и коэффициент усиления канала. Выходной сигнал снимается с вывода 1. При использовании однополярного источника питания через резистор R5 на вывод 3 подводится постоянное напряжение искусственной средней точки.

Схемы управления электродвигателями и катушками сервосистем

Для управления электродвигателями и катушками сервосистем проигрывателей компакт–дисков требует–

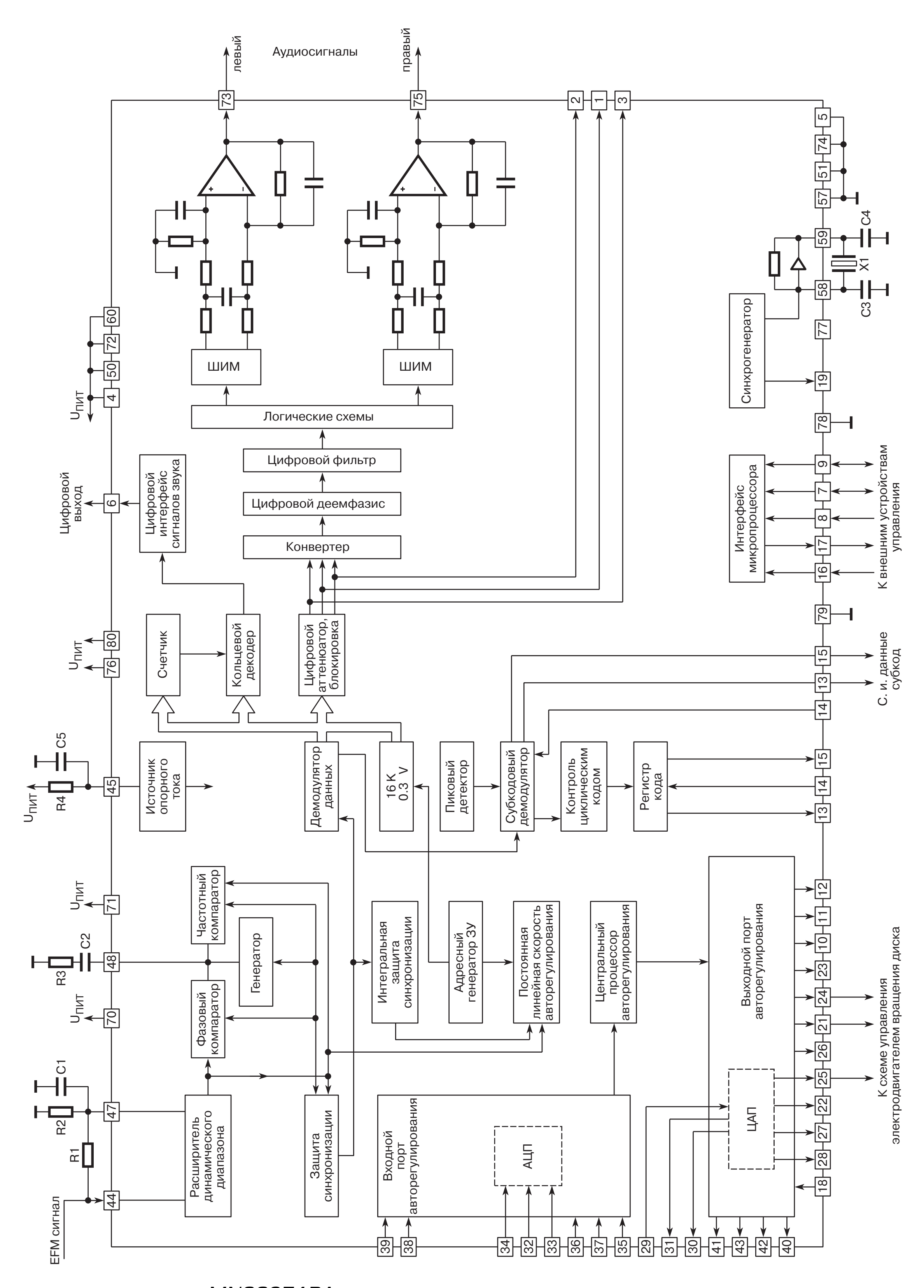


Рис. 3. Включение микросхемы MN66271RA

ся дополнительное усиление сигналов, сформированных в схеме контроля скорости вращения диска и схеме обработки сигналов ошибок. Эту функцию выполняют специальные микросхемы, в которых содержатся усилители мощности. Обычно в схемах используются счетверенные ИС, позволяющие сразу подключать к выходам электродвигатели вращения диска, позиционирования адаптера и катушки фокусировки и радиального трекинга. К числу таких микросхем относятся ИС AN9838 (Matsushita), BA6897, BA6298, BA6397 (Rohm), KA9258 (Samsung), LA6525 (Sanyo), TA2092, TA2058 (Toshiba), XLA6997FM.

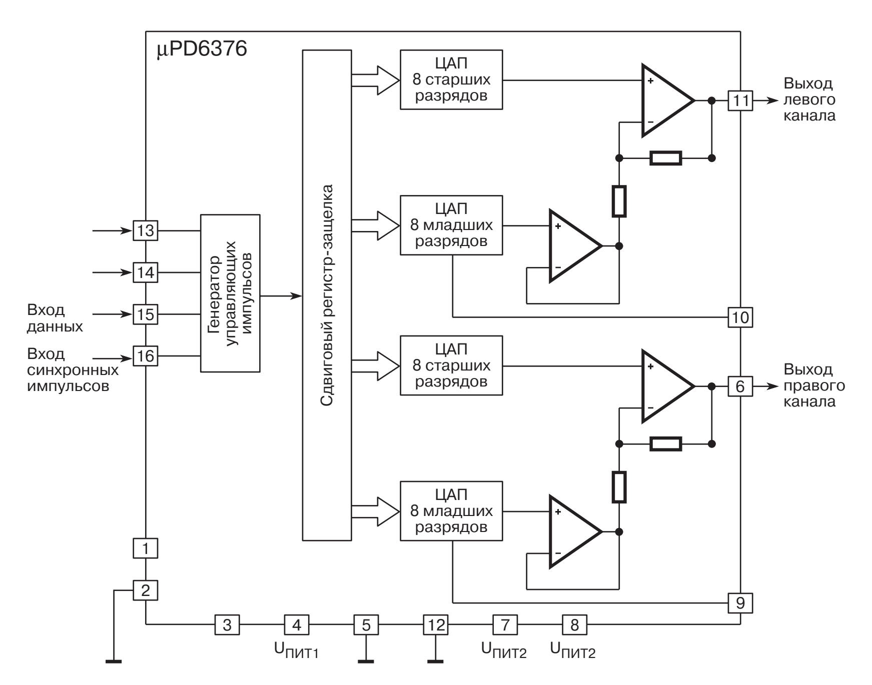


Рис. 4. Структурная схема микросхемы mPD6376

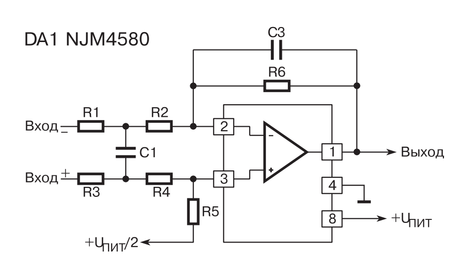


Рис. 5. Схема активного ФНЧ с симметричным входом

На рис. 6 показана структурная схема и схема подключения ИС XLA6997FM. Сигнал MD управления электродвигателем вращения компакт-диска подается на вывод 12, а сам электродвигатель M1 подключается непосредственно к выводам 13 и 14, которые образуют симметричный выход. Аналогично организованы и другие схемы управления: электродвигателем позиционирования M2 (вход 3 – SD; выходы 1, 2), катушками фокусировки FOCUS (вход 20 – FD; выходы 16, 17), катушками радиального трекинга (вход 23 – TD; выходы 26, 27). Кроме этого в микросхеме имеются элементы блокировки (MUTE), температурный датчик (TEMP) и цепи управления питанием (REGSW).

В некоторых моделях проигрывателей компакт-дисков встречаются и более простые микросхемы управления, например, BA6294 (музыкальный центр Hitachi AX12), TDA7073 (музыкальный центр Philips FW730C). Первая из них имеет два внутренних усилителя мощности, а вторая – один усилитель. Такое построение никак не сказывается на технических параметрах систем, просто возрастает число установочных элементов на плате.

Схемы управления электродвигателями загрузки компакт-дисков

Построение механизмов загрузки компакт-дисков в проигрывателях может выполняться различными способами. В моделях с несколькими компакт-дисками необходим механизм смены дисков. При небольшом их количестве (до пяти) обычно используется поворотный столик, на который они укладываются по окружности. Специальный электродвигатель поворачивает столик по сигналу выбора того или иного компакт-диска. В более современных проигрывателях используется вертикальная укладка дисков в слоты, расположенные друг над другом. При этом в ограниченном пространстве, естественно, возможно размещение гораздо большего их количества. Для выбора требуемого диска существует лифтовый механизм и фотосенсорное устройство, определяющее положение этого лифта. Электродвигатели, приводящие механизм в движение, обычно управляются сигналами от системного контроллера.

Так как процедура управления состоит в простом переключении направления вращения электродвигателей, то в качестве усилителей сигналов привода используются несложные микросхемы, аналогичные описанным выше. Примером таких микросхем могут служить BA6218 (Rohm), LB1641 (Sanyo), MA8039 (Philips), TA7921 (Toshiba).

Контроль положения механических узлов (например, выдвижного поддона или крышки дископриемника) обычно осуществляется с помощью концевых выключателей.

2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

Конструктивно проигрыватели компакт-дисков выполняются обычно в виде законченного узла, компактно сочетающего в себе электронную, механическую и оптическую части. Принципы построения электронной и оптической частей проигрывателей разных фирм во многом схожи, отличия имеются часто в механизмах загрузки.

Конструкция простых моделей рассчитана на загрузку только одного компакт-диска. В этом случае в механизме имеется выдвижной дископриемник с электродвигателем его перемещения.

В ряде музыкальных центров возможна одновременная загрузка трех (или пяти) дисков (рис. 7) с помощью поворотного стола 1. Этот стол установлен на выдвижном поддоне 2 и приводится во вращение электродвигателем 3 через ремень 4 и червячную передачу 5 с шестернями 6 и 7.

Другим примером построения многодискового механизма загрузки является конструкция проигрывателя компакт-дисков музыкального центра Hitachi AX-C8, показанная на рис. 8. Особенностью устройства является наличие в нем слотового держателя компакт-дисков 1, рассчитанного на одновременную загрузку шести дисков. Кроме него на рисунке показано взаимное расположение выдвижного дископриемника 2 и направляющей 3. В этом случае в схеме имеются два электродвигателя загрузки: один отвечает за перемещение дископриемника, а другой осуществляет вертикальное перемещение механических элементов лифта при смене воспроизводимого диска.

Рис. 9 иллюстрирует пример устройства механизма вращения компакт-диска и позиционирования оптического адаптера. Для этого имеются два электродвигателя 1 и 2, закрепленные на шасси 3. Непосредственно на оси первого электродвигателя (SPINDLE) имеются насадки 4, 5, с помощью которых устанавливается воспроизводимый компакт-

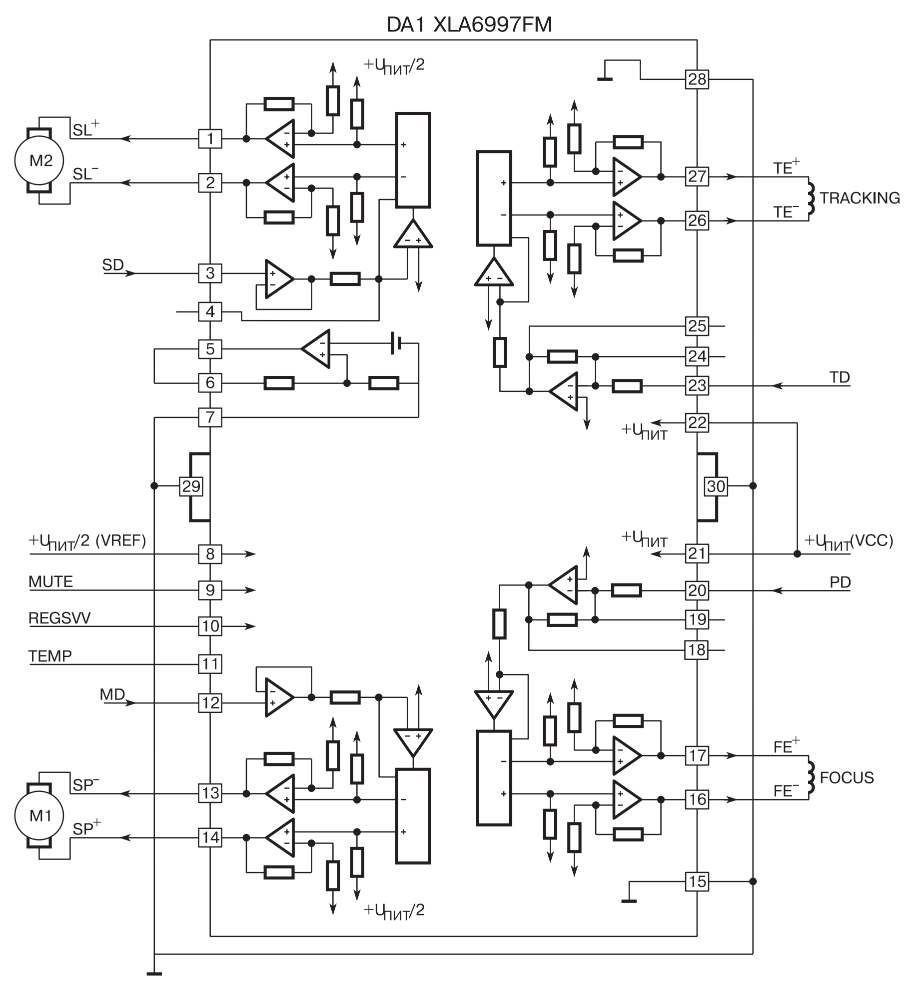


Рис. 6. Включение микросхемы XLA6997FM

диск. Перемещение оптического адаптера 6 по направляющему стержню 9 осуществляется электродвигателем 2 с помощью зубчатой передачи через шестерни 7 и 8.

3. РЕГУЛИРОВКА И РЕМОНТ ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

Следует помнить, что многие регулировки в схемах проигрывателей компакт-дисков требуют особой точности и внимательности. Выполнять их без крайней необходимости не рекомендуется

Ниже приводятся мероприятия по регулировке проигрывателей компакт-дисков, типовые неисправности и способы их устранения.

Проверка и регулировка основных параметров проигрывателей компакт-дисков

Измерительные приборы и вспомогательные средства

Для проведения регулировочных и ремонтных работ проигрывателей компакт-дисков необходимо наличие следующих измерительных приборов и материалов: электронный вольтметр, осциллограф, частотомер, тестовые диски.

Производители аппаратуры рекомендуют перед выполнением работ отмечать положение тех или иных регуляторов, чтобы после их проведения без достигнутого результата можно было вернуться к прежнему состоянию. Все проверки выполняются с использованием заведомо кондиционных компакт-дисков, не имеющих дефектов.

Режим самоконтроля

Следует помнить, что многие проигрыватели компакт-дисков «интеллектуальны» и обладают способностью самоконтроля функциональных режимов с выдачей результата тестирования на дисплей в виде кода ошибки ERROR XX (XX – цифровой код), а также возможностью выполнения отдельных операций при настройке по нажатию соответствующих управляющих клавиш. В зави-

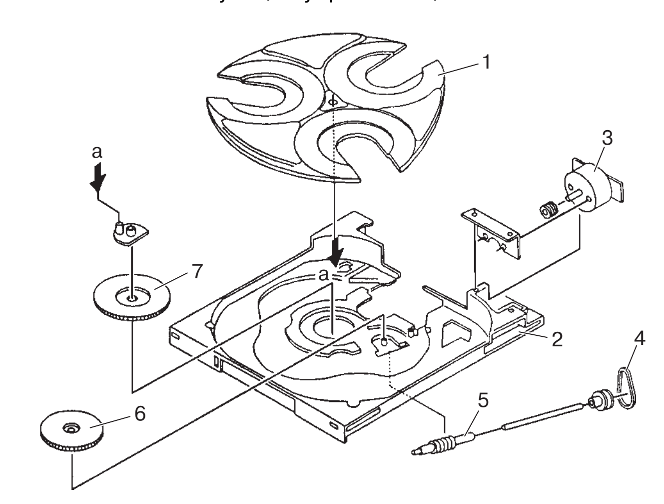


Рис. 7. Механизм загрузки компакт-дисков с помощью поворотного стола

Таблица 1. Коды ошибок проигрывателя компакт-дисков

Код ошибки	Описание неисправности	Место дефекта
E 1002	Ошибка системы фокусировки	Оптический адаптер или схема привода системы фокусировки
E 1007	Ошибка чтения субкода	Место дефекта точно не локализуется
E 1008	Ошибка чтения оглавления диска	Смещение внутреннего концевого выключателя
E 1010	Дефект системы радиального слежения	Оптический адаптер или схема привода системы радиального слежения
E 1011, E 1012	Дефект системы перемещения оптического адаптера	Внутренний концевой выключатель или электродвигатель перемещения адаптера
E 1013	Дефект системы вращения компакт-диска	Электродвигатель вращения компакт-диска
E 1020, E 1031 – E 1039	Ошибка поиска системы ФАПЧ	Место дефекта точно не локализуется
E 1042	Переполнение внутреннего стека процессора	Сбой программного обеспечения
E 1050	Ошибка вычисления	Сбой программного обеспечения
…	…	…
E 1079	Дефект устройства перемещения	Блокирование поддона или неисправность дископриемника переключателя EJECT
E1080	Дефект устройства смены компакт-дисков	Программное обеспечение, фотосенсор счетчика дисков, переключатель

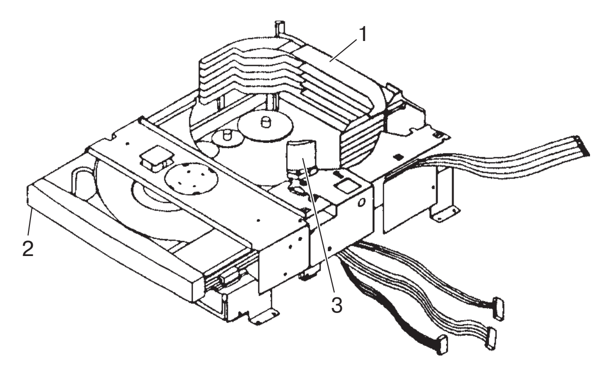


Рис. 8. Конструкция механизма со слотовым держателем компакт-дисков

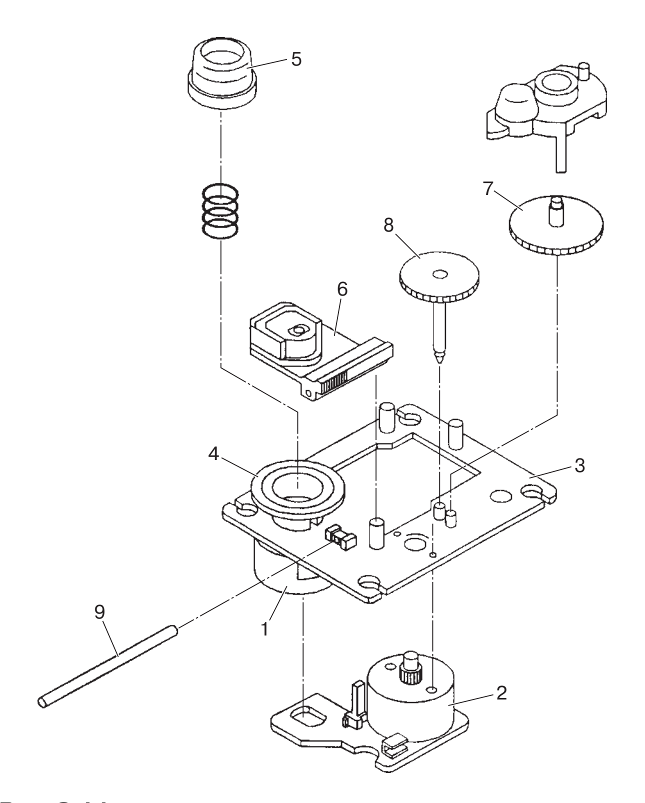


Рис. 9. Механизм вращения компакт-диска и позиционирования оптического адаптера

симости от модели индикация дисплея может выглядеть иначе, например, E XX или ERR XX. Эти возможности описываются в инструкциях по эксплуатации. Для примера ниже приводятся операции по самоконтролю проигрывателя музыкального центра Philips FW360.

Тестовый режим этого проигрывателя компакт-дисков имеет три уровня. Для запуска первого уровня теста при наличии на дисплее основного меню следует нажать клавишу «CD». После этого возникнет надпись «CDC AA», где AA – номер версии проигрывателя компакт-дисков. Далее в процессе тестирования при наличии каких-либо дефектов на дисплее высвечиваются коды ошибок, частично приведенные в табл. 1.

Нажатие клавиши NEXT (на дисплее индицируется надпись SLED O) вызывает перемещение механизма оптического адаптера к внешней дорожке, а нажатие клавиши PREV (на дисплее – SLED I) – к внутренней дорожке.

Для включения электродвигателя вращения компакт-диска необходимо нажать клавишу SHUFFLE, при этом на дисплее индицируется надпись PLAY. Нажатие клавиши SCAN включает режим торможения этого электродвигателя (на дисплее – STOP). Для возврата в основное меню и окончания теста следует нажать клавишу STOP.

Запуск второго уровня теста, при котором осуществляется проверка работоспособности системы фокусировки, вызывается нажатием клавиши PLAY. При этом на дисплее индицируется надпись FOC 1 и происходит перемещение оптического адаптера до тех пор, пока не осуществится фокусировка. Если на дисплее индицируется надпись FOC 0, то следует проверить лазерный диод и схему фокусировки. При нажатии клавиши STOP осуществляется возврат в первый уровень теста.

Для запуска третьего уровня теста, при котором осуществляется проверка схемы привода электродвигателя вращения компакт-диска, необходимо нажать клавишу PLAY до появления на дисплее надписи DISC. Если вращение компакт-диска есть, то можно возвратиться в первый уровень теста, нажав клавишу STOP.

Нажать клавишу PLAY еще раз и запустить тест схемы радиального слежения. На дисплее возникнет надпись RDL, оптический адаптер начнет перемещаться в радиальном направлении. При этом в акустических системах можно услышать аудиосигнал. Нажатие клавиши STOP возвращает систему в первый уровень теста.